

DOCKET NO.: 263788US2PCT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Keisuke KAWAMURA, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HERewith

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP03/12563

INTERNATIONAL FILING DATE: October 1, 2003

FOR: APPARATUS FOR PLASMA PROCESSING, METHOD OF PROCESSING SUBSTRATE
THEREWITH, APPARATUS FOR PLASMA-ENHANCED CHEMICAL VAPOR DEPOSITION,
AND METHOD FOR FILM FORMATION THEREWITH

REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION

Commissioner for Patents
Alexandria, Virginia 22313

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that
the applicant claims as priority:

COUNTRY
Japan

APPLICATION NO
2002-288997

DAY/MONTH/YEAR
01 October 2002

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the
International Bureau in PCT Application No. PCT/JP03/12563.

Respectfully submitted,
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak
Attorney of Record
Registration No. 24,913
Surinder Sachar
Registration No. 34,423

Customer Number
22850

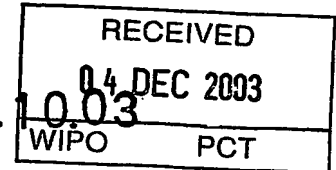
(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 08/03)

Rec'd PCT/PTC 28 DEC 2004

PT/JP03/12563 #2

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

01.10.03



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 2 年 1 0 月 1 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 2 8 8 9 9 7
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 8 8 9 9 7]

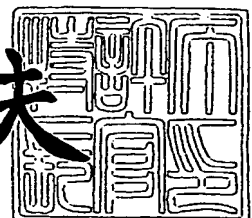
出 願 人
Applicant(s): 三 菱 重 工 業 株 式 会 社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 1 1 月 2 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 9 1 6 0 5

【書類名】 特許願

【整理番号】 200202943

【提出日】 平成14年10月 1日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 31/04

【発明の名称】 プラズマ処理装置とその基板処理方法、及びプラズマ化学蒸着装置とその製膜方法

【請求項の数】 11

【発明者】

【住所又は居所】 長崎県長崎市深堀町五丁目 7 1 7 番 1 号 三菱重工業株式会社 長崎研究所内

【氏名】 川村 啓介

【発明者】

【住所又は居所】 長崎県長崎市深堀町五丁目 7 1 7 番 1 号 三菱重工業株式会社 長崎研究所内

【氏名】 山田 明

【発明者】

【住所又は居所】 長崎県長崎市深堀町五丁目 7 1 7 番 1 号 三菱重工業株式会社 長崎研究所内

【氏名】 真島 浩

【発明者】

【住所又は居所】 長崎県長崎市深堀町五丁目 7 1 7 番 1 号 三菱重工業株式会社 長崎研究所内

【氏名】 田頭 健二

【発明者】

【住所又は居所】 長崎県長崎市飽の浦町 1 番 1 号 三菱重工業株式会社 長崎造船所内

【氏名】 竹内 良昭

【特許出願人】

【識別番号】 000006208

【氏名又は名称】 三菱重工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100112737

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤田 考晴

【代理人】

【識別番号】 100064908

【弁理士】

【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】 100108578

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】 100101465

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 正和

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908282

【その他】

国等の委託研究の成果に係る特許出願（平成14年度新
エネルギー・産業技術総合開発機構太陽光発電技術研究

開発 先進太陽電池技術研究開発委託研究、産業活力再生特別措置法第 3 0 条の適用を受けるもの)

【プルーフの要否】

要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ処理装置とその基板処理方法、及びプラズマ化学蒸着装置とその製膜方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 高周波電力給電回路により発生した高周波電力を複数の放電電極へ給電し、処理用ガスが導入された処理室内の前記放電電極と基板との間にプラズマを発生させて、前記基板上の物質を処理するプラズマ処理装置において、

前記放電電極による給電方向に対して直角の方向に発生する前記放電電極上の電圧分布の偏差を調整するための電圧分布調整手段を備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】 高周波電力給電回路により発生した高周波電力を複数の放電電極へ給電し、物質を含む製膜用ガスが導入された製膜室内の前記放電電極と基板との間にプラズマを発生させて、前記物質を前記基板上に蒸着させるプラズマ化学蒸着装置において、

前記放電電極による給電方向に対して直角の方向に発生する前記放電電極上の電圧分布の偏差を調整するための電圧分布調整手段を備えたことを特徴とするプラズマ化学蒸着装置。

【請求項 3】 前記電圧分布調整手段が、

前記放電電極の給電点から前記高周波電力給電回路の方向を見た時のインピーダンスを変更するために、前記高周波電力給電回路から前記複数の放電電極へ高周波電力を供給するための複数の高周波ケーブルの中の少なくとも 1 つに設けられるインピーダンス変更手段である

ことを特徴とする請求項 2 に記載のプラズマ化学蒸着装置。

【請求項 4】 前記インピーダンス変更手段が、

前記高周波ケーブルから分岐する分岐ケーブルにより構成されたスタブであることを特徴とする請求項 3 に記載のプラズマ化学蒸着装置。

【請求項 5】 前記スタブが、

前記分岐ケーブルの先端に接続された受動素子を備えると共に、該受動素子の

定数の変更によって、前記放電電極の給電点から前記高周波電力給電回路の方向を見た時のインピーダンスを変更することを特徴とする請求項4に記載のプラズマ化学蒸着装置。

【請求項6】 前記スタブが、

前記分岐ケーブルのケーブル長の変更によって、前記放電電極の給電点から前記高周波電力給電回路の方向を見た時のインピーダンスを変更することを特徴とする請求項4に記載のプラズマ化学蒸着装置。

【請求項7】 前記スタブが、

前記分岐ケーブル自体の特性インピーダンスの変更によって、前記放電電極の給電点から前記高周波電力給電回路の方向を見た時のインピーダンスを変更することを特徴とする請求項4に記載のプラズマ化学蒸着装置。

【請求項8】 前記電圧分布調整手段が、

前記放電電極の給電点から前記放電電極の方向を見た時のインピーダンスを変更するために、前記放電電極と接地点との間に設けられるインピーダンス変更手段である

ことを特徴とする請求項2に記載のプラズマ化学蒸着装置。

【請求項9】 前記インピーダンス変更手段が、

前記放電電極と前記接地点との間に接続された受動素子を備えると共に、該受動素子の定数の変更によって、前記放電電極と前記接地点との間のインピーダンスを変更する

ことを特徴とする請求項8に記載のプラズマ化学蒸着装置。

【請求項10】 高周波電力給電回路により発生した高周波電力を複数の放電電極へ給電し、処理用ガスが導入された処理室内の前記放電電極と基板との間にプラズマを発生させて、前記基板上の物質を処理するプラズマ処理装置の基板処理方法であって、

前記放電電極による給電方向に対して直角の方向に発生する前記放電電極上の電圧分布の偏差を調整することにより、給電方向と直角の方向の前記基板端部の電圧分布と前記基板中央部の電圧分布とを均衡させて、プラズマを発生させるために前記放電電極と前記基板との間に印加される電圧分布を、前記基板全体にお

いて均一化させる

ことを特徴とするプラズマ処理装置の基板処理方法。

【請求項 11】 高周波電力給電回路により発生した高周波電力を複数の放電電極へ給電し、物質を含む製膜用ガスが導入された製膜室内の前記放電電極と基板との間にプラズマを発生させて、前記物質を前記基板上に蒸着させるプラズマ化学蒸着装置の製膜方法であって、

前記放電電極による給電方向に対して直角の方向に発生する前記放電電極上の電圧分布の偏差を調整することにより、給電方向と直角の方向の前記基板端部の電圧分布と前記基板中央部の電圧分布とを均衡させて、プラズマを発生させるために前記放電電極と前記基板との間に印加される電圧分布を、前記基板全体において均一化させる

ことを特徴とするプラズマ化学蒸着装置の製膜方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、プラズマを発生させて基板上の物質を処理するプラズマ処理装置とその基板処理方法、及びプラズマ化学蒸着装置とその製膜方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、例えば半導体等の物質を基板に蒸着させるために、真空状態にした基板と、該基板と平行に対面配置された放電電極との間にこれらの物質を含む製膜用ガスを導入すると共に、該放電電極へ高周波電力を給電し、基板と放電電極との間にプラズマを発生させ、該プラズマにより物質を含む製膜用ガスを分解することにより目的の物質を基板に蒸着させるプラズマ化学蒸着装置（プラズマCVD装置）がある（特許文献1参照。）。

【0003】

【特許文献1】

特開2001-274099号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述のようなプラズマ化学蒸着装置では、例えば縦方向×横方向の寸法が1[m]×1[m]を超える大面積基板を製膜するような場合、生成される膜の膜厚分布を基板全体で均一化することが難しいという問題がある。

そのため、例えば特許文献1に記載の技術では、基板上の複数の放電電極へ給電するための複数の高周波ケーブルを均一のインピーダンスに調整し、高周波電力給電回路により発生した高周波電力を安定的に供給すると共に、周波数の異なる2つの高周波電力を放電電極に供給することにより、膜厚の均一化の妨げとなる放電電極上の定在波の発生を抑制し、膜厚分布を均一化しようとするものの、放電電極の配置に起因する局所的な膜厚分布の不均衡が発生し、大面積基板における膜厚の分布特性が十分に改善されていないという問題があった。

【0005】

特に、放電電極にラダー型電極や網目状電極を用いる場合、隣接する放電電極が左右に存在する基板中央部の放電電極と、隣接する放電電極が左右のどちらか一方にしか存在しない、給電方向と直角の方向の基板端部（以下、基板左右部とする）近傍の放電電極とでは、その配置及び構造上、それぞれの放電電極が基板に与える影響が異なるため、蒸着される膜の膜厚分布が均一にならない傾向があった。そのため、膜厚の分布特性が均一な基板を得ようとする場合、基板左右部の膜厚が不均一な部分の利用をあきらめて、希望の大きさの基板より一回り大きな基板を製膜し、膜厚の分布特性が均一な部分のみを切り出すような処理が必要となり、物質が蒸着された基板生産の歩留まりが低下するという問題があった。

【0006】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたもので、基板上の物質の膜厚分布を容易に均一化することができるプラズマ処理装置とその基板処理方法、及びプラズマ化学蒸着装置とその製膜方法を提供することを目的とする。

【0007】**【課題を解決するための手段】**

上記課題を解決するために、請求項1の発明に係るプラズマ処理装置は、高周波電力給電回路により発生した高周波電力を複数の放電電極へ給電し、処理用ガ

スが導入された処理室内の前記放電電極と基板との間にプラズマを発生させて、前記基板上の物質を処理するプラズマ処理装置において、前記放電電極による給電方向に対して直角の方向に発生する前記放電電極上の電圧分布の偏差を調整するための電圧分布調整手段を備えたことを特徴とする。

【0008】

以上の構成を備えたプラズマ処理装置は、隣接する放電電極が左右に存在する基板中央部の放電電極と、隣接する放電電極が左右のどちらか一方にしか存在しない基板左右部（給電方向と直角の方向の基板端部）の放電電極との配置及び構造の違いにより偏差が発生する基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを、電圧分布調整手段を用いて均衡させて、プラズマを発生させるために前記放電電極と前記基板との間に印加される電圧分布を、前記基板全体において均一化させ、基板上の物質を均一に処理することができる。

【0009】

請求項2の発明に係るプラズマ化学蒸着装置は、高周波電力給電回路（例えば実施の形態の電力分配器10a、10bと高周波電源11a、11bとマッチングボックス12a、12b）により発生した高周波電力を複数の放電電極（例えば実施の形態のラダー電極2の縦方向電極棒2a）へ給電し、物質を含む製膜用ガスが導入された製膜室（例えば実施の形態の製膜室1）内の前記放電電極と基板（例えば実施の形態の基板3）との間にプラズマを発生させて、前記物質を前記基板上に蒸着させるプラズマ化学蒸着装置において、前記放電電極による給電方向に対して直角の方向に発生する前記放電電極上の電圧分布の偏差を調整するための電圧分布調整手段を備えたことを特徴とする。

【0010】

以上の構成を備えたプラズマ化学蒸着装置は、隣接する放電電極が左右に存在する基板中央部の放電電極と、隣接する放電電極が左右のどちらか一方にしか存在しない基板左右部（給電方向と直角の方向の基板端部）の放電電極との配置及び構造の違いにより偏差が発生する基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを、電圧分布調整手段を用いて均衡させて、プラズマを発生させるために前記放電電極と前記基板との間に印加される電圧分布を、前記基板全体において均

一化させることができる。

【0011】

請求項3の発明に係るプラズマ化学蒸着装置は、請求項2に記載のプラズマ化学蒸着装置において、前記電圧分布調整手段が、前記放電電極の給電点（例えば実施の形態の給電点6a～6hと給電点7a～7h）から前記高周波電力給電回路の方向を見た時のインピーダンスを変更するために、前記高周波電力給電回路から前記複数の放電電極へ高周波電力を供給するための複数の高周波ケーブル（例えば実施の形態の同軸ケーブル8a～8hと同軸ケーブル9a～9h）の中の少なくとも1つに設けられるインピーダンス変更手段であることを特徴とする。

【0012】

以上の構成を備えたプラズマ化学蒸着装置は、インピーダンス変更手段により、高周波電力給電回路から複数の放電電極へ高周波電力を供給するための複数の高周波ケーブルのそれぞれと、対応する放電電極の給電点との間のインピーダンス整合を調整することで、それぞれの放電電極に給電される高周波電力を調整し、基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを均衡させることができる。

【0013】

請求項4の発明に係るプラズマ化学蒸着装置は、請求項3に記載のプラズマ化学蒸着装置において、前記インピーダンス変更手段が、前記高周波ケーブルから分岐する分岐ケーブル（例えば実施の形態の分岐ケーブル22）により構成されたスタブであることを特徴とする。

【0014】

以上の構成を備えたプラズマ化学蒸着装置は、複数の放電電極へ高周波電力を供給するための複数の高周波ケーブルのそれぞれと、対応する放電電極の給電点との間のインピーダンス整合をスタブにより調整することで、それぞれの放電電極に給電される高周波電力を容易に調整し、基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを均衡させることができる。

【0015】

請求項5の発明に係るプラズマ化学蒸着装置は、請求項4に記載のプラズマ化学蒸着装置において、前記スタブが、前記分岐ケーブルの先端に接続された受動

素子を備えると共に、該受動素子の定数の変更によって、前記放電電極の給電点から前記高周波電力給電回路の方向を見た時のインピーダンスを変更することを特徴とする。

【0016】

以上の構成を備えたプラズマ化学蒸着装置は、受動素子の定数の選び方で、スタブのインピーダンスを自由に設定することができる。

【0017】

請求項6の発明に係るプラズマ化学蒸着装置は、請求項4に記載のプラズマ化学蒸着装置において、前記スタブが、前記分岐ケーブルのケーブル長の変更によって、前記放電電極の給電点から前記高周波電力給電回路の方向を見た時のインピーダンスを変更することを特徴とする。

【0018】

以上の構成を備えたプラズマ化学蒸着装置は、分岐ケーブルのケーブル長の選び方で、スタブのインピーダンスを自由に設定することができる。

【0019】

請求項7の発明に係るプラズマ化学蒸着装置は、請求項4に記載のプラズマ化学蒸着装置において、前記スタブが、前記分岐ケーブル自体の特性インピーダンスの変更によって、前記放電電極の給電点から前記高周波電力給電回路の方向を見た時のインピーダンスを変更することを特徴とする。

【0020】

以上の構成を備えたプラズマ化学蒸着装置は、分岐ケーブル自体の特性インピーダンスの選び方で、スタブのインピーダンスを自由に設定することができる。

【0021】

請求項8の発明に係るプラズマ化学蒸着装置は、請求項2に記載のプラズマ化学蒸着装置において、前記電圧分布調整手段が、前記放電電極の給電点から前記放電電極の方向を見た時のインピーダンスを変更するために、前記放電電極と接地点との間に設けられるインピーダンス変更手段であることを特徴とする。

【0022】

以上の構成を備えたプラズマ化学蒸着装置は、インピーダンス変更手段により

、直接放電電極のインピーダンスを変更することで、それぞれの放電電極に給電される高周波電力を調整し、基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを均衡させることができる。

【0023】

請求項9の発明に係るプラズマ化学蒸着装置は、請求項8に記載のプラズマ化学蒸着装置において、前記インピーダンス変更手段が、前記放電電極と前記接地点との間に接続された受動素子（例えば実施の形態の終端用コイル31a～31d）を備えると共に、該受動素子の定数の変更によって、前記放電電極と前記接地点との間のインピーダンスを変更することを特徴とする。

【0024】

以上の構成を備えたプラズマ化学蒸着装置は、受動素子の定数の選び方で、放電電極と接地点との間のインピーダンスを自由に設定することができる。

【0025】

請求項10の発明に係るプラズマ処理装置の基板処理方法は、高周波電力給電回路により発生した高周波電力を複数の放電電極へ給電し、処理用ガスが導入された処理室内の前記放電電極と基板との間にプラズマを発生させて、前記基板上の物質を処理するプラズマ処理装置の基板処理方法であって、前記放電電極による給電方向に対して直角の方向に発生する前記放電電極上の電圧分布の偏差を調整することにより、給電方向と直角の方向の前記基板端部の電圧分布と前記基板中央部の電圧分布とを均衡させて、プラズマを発生させるために前記放電電極と前記基板との間に印加される電圧分布を、前記基板全体において均一化させることを特徴とする。

【0026】

以上の方法では、プラズマ処理装置において、基板全体において均一化された電圧分布により、膜厚が均一な基板を生成することができる。

【0027】

請求項11の発明に係るプラズマ化学蒸着装置の製膜方法は、高周波電力給電回路により発生した高周波電力を複数の放電電極へ給電し、物質を含む製膜用ガスが導入された製膜室内の前記放電電極と基板との間にプラズマを発生させて、

前記物質を前記基板上に蒸着させるプラズマ化学蒸着装置の製膜方法であって、前記放電電極による給電方向に対して直角の方向に発生する前記放電電極上の電圧分布の偏差を調整することにより、給電方向と直角の方向の前記基板端部の電圧分布と前記基板中央部の電圧分布とを均衡させて、プラズマを発生させるために前記放電電極と前記基板との間に印加される電圧分布を、前記基板全体において均一化させることを特徴とする。

【0028】

以上の方法では、プラズマ化学蒸着装置において大面積基板を製膜する際に、基板全体において均一化された電圧分布により、膜厚が均一な基板を製膜することができる。

【0029】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

（第1の実施の形態）

まず、図面を参照して、本発明の第1の実施の形態のプラズマ化学蒸着装置について説明する。図1は、本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置の主要部の構成を示すブロック図である。

図1において、符号1は、本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置の製膜室であって、製膜室1内には、放電電極として用意されたラダー電極2と、ラダー電極2と所定の間隔をもって対面配置され、かつ接地されているアース電極（図示せず）と、該アース電極により保持された基板3とが備えられている。

【0030】

また、製膜室1には、基板3への蒸着を希望するアモルファスシリコンや多結晶薄膜シリコン等の物質を含む製膜用ガスを導入するためのガス供給管4と、プラズマによる分解後のガスを排気するためのガス排気管5とが備えられ、製膜室1は、図示しないガス供給源からガス供給管4を介して製膜用ガスが供給されると共に、図示しない真空ポンプにより、ガス排気管5を介してプラズマによる分解後のガスが吸引される構成をなしている。

【0031】

一方、ラダー電極 2 は、平行な複数本の縦方向電極棒 2 a と平行に対面配置された一対の横方向電極棒 2 b、2 c とを格子状に組み立ててなるものであり、更にラダー電極 2 は、アース電極（図示せず）により保持される基板 3 と平行に対面配置されている。また、ラダー電極 2 を構成する横方向電極棒 2 b には例えば 8 つの給電点 6 a ~ 6 h が設けられ、同様にラダー電極 2 を構成する横方向電極棒 2 c にも 8 つの給電点 7 a ~ 7 h が設けられている。なお、各給電点 6 a ~ 6 h、及び各給電点 7 a ~ 7 h は、それぞれが受け持つ縦方向電極棒 2 a の本数が同じになるように横方向電極棒 2 b、2 c を等分する位置にそれぞれ設けられている。

【0032】

なお、基板 3 が例えば 1100 [mm] × 1400 [mm] 角サイズである場合は、ラダー電極 2 は、1200 [mm] × 1500 [mm] 角サイズ程度の基板 3 よりも一回り大きなサイズのものを利用する。

【0033】

また、給電点 6 a ~ 6 h には、製膜用ガスを分解するためのプラズマを発生させる高周波電力をラダー電極 2 へ給電するために、8 本の同軸ケーブル 8 a ~ 8 h が接続されており、給電点 6 a ~ 6 h に接続された 8 本の同軸ケーブル 8 a ~ 8 h の反対側は、製膜室 1 の外部に配置された電力分配器 10 a の出力端子に接続されている。

【0034】

ここで電力分配器 10 a は、高周波電源 11 a の出力する高周波電力を均等に給電点 6 a ~ 6 h へ分配するための分配器であって、電力分配器 10 a の入力端子は、効率よく高周波電力が供給されるように電力分配器 10 a と高周波電源 11 a との間のインピーダンス整合を調整するためのマッチングボックス 12 a を介して、高周波電源 11 a へ接続されている。

【0035】

同様に、給電点 7 a ~ 7 h には、製膜用ガスを分解するためのプラズマを発生させる高周波電力をラダー電極 2 へ給電するために、8 本の同軸ケーブル 9 a ~ 9 h が接続されており、給電点 7 a ~ 7 h に接続された 8 本の同軸ケーブル 9 a

～9 hの反対側は、製膜室1の外部に配置された電力分配器10 bの出力端子に接続されている。また、電力分配器10 bの入力端子は、マッチングボックス12 bを介して、高周波電源11 bへ接続されている。

【0036】

なお、ここで電力分配器10 bは、電力分配器10 aと同様に、高周波電源11 bの出力する高周波電力を均等に給電点7 a～7 hへ分配するための分配器である。また、マッチングボックス12 bは、マッチングボックス12 aと同様に、効率よく高周波電力が供給されるように電力分配器10 bと高周波電源11 bとの間のインピーダンス整合を調整するために用いられる。

また、電力分配器10 a、10 bと、高周波電源11 a、11 bと、マッチングボックス12 a、12 bは、本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置の高周波電力給電回路を構成している。

【0037】

このような構成により、本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置では、真空状態にした製膜室1内に、ガス供給管4から例えばアモルファスシリコンを含む製膜用ガスを導入すると共に、ガス排気管5からプラズマによる分解後のガスを排気しながら、マッチングボックス12 aと電力分配器10 aとを介して、高周波電源11 aからは、例えば周波数60.0 MHzの高高周波(VHF)電力をラダー電極2へ給電する。

【0038】

一方、マッチングボックス12 bと電力分配器10 bとを介して、高周波電源11 bからは、高周波電源11 aと同一周波数60.0 MHzの高高周波(VHF)電力をラダー電極2へ給電し、高周波電源11 aの位相を基準にして高周波電源11 bの位相を時間的に変動させて、給電点6 a～6 hと7 a～7 h間の縦方向電極棒2 aの電圧分布の均一化を行う。また、この時、高周波電源11 a及び高周波電源11 bから供給される全電力は、例えば3000 Wとなるように調整する。

【0039】

そして、この状態で5～10分間程度、ラダー電極2と基板3との間にプラズ

マを発生させると、プラズマ中でアモルファスシリコンを含む製膜用ガスが分解され、基板3の表面に希望のアモルファスシリコンの結晶が生成される。また、この時、高周波電源11a、11bによる同一周波数の高周波電力の位相差を時間的に変化させることにより、膜厚の均一化の妨げとなるラダー電極2上の定在波の発生を抑制し、給電方向の膜厚分布の均一化が促進される。

【0040】

次に、本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置において、上述のように物質を基板3に蒸着させる際の、給電方向と直角の方向の膜厚を均一化させる手段について説明する。

まず、同軸ケーブル8a～8h、及び同軸ケーブル9a～9hについて更に説明すると、本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置では、同軸ケーブル8a、8b、8g、8h、9a、9b、9g、9hに、それぞれの同軸ケーブルと、対応する給電点6a、6b、6g、6h、7a、7b、7g、7hとの間のインピーダンス整合を調整するためのインピーダンス変更手段が設けられている。

【0041】

具体的に図面を参照して説明すると、図2は、同軸ケーブル8a、8b、8g、8h、9a、9b、9g、9hを代表して、同軸ケーブル8hについて詳細に示した図であって、同軸ケーブル8hは、製膜室1の外側（大気側）に、同軸ケーブル8hを分岐するT字コネクタ21と、T字コネクタ21の分岐端子に接続された分岐ケーブル22とを備えている。

【0042】

ここで、同軸ケーブル8hからT字コネクタ21により分岐された分岐ケーブル22は、同軸ケーブル8hに対するスタブを構成するものであって、該スタブのインピーダンスを調整することにより、給電点6hから、電力分配器10a方向（高周波電力給電回路方向）を見た場合のインピーダンスを変更することができる。

【0043】

これを、図3に示すモデル化されたスタブを用いて説明すると、スタブに用いる分岐ケーブル22の特性インピーダンスを同軸ケーブル8hの特性インピーダ

ンス（例えば50 [オーム]）と同じ特性インピーダンス Z_0 、分岐ケーブル22の長さを d 、スタブ（分岐ケーブル22）の先端（T字コネクタ21の分岐端子とは反対の方向）に接続される負荷のインピーダンスを Z_R とした時、T字コネクタ21の分岐端子からスタブ（分岐ケーブル22）の先端を見たインピーダンス Z は、下記（1）式により求めることができる。

【数1】

$$\dot{Z} = \dot{Z}_0 \cdot \frac{\dot{Z}_R + j\dot{Z}_0 \tan(\beta d)}{\dot{Z}_0 + j\dot{Z}_R \tan(\beta d)} \dots (1)$$

$$\text{但し } \beta = 2\pi / \lambda$$

【0044】

なお、図2、図3及び（1）式において各要素の文字（インピーダンスを示す文字）上部に点が付与されているのは、各要素が抵抗成分とインダクタンス成分を含む複素数で表されることを示し、本実施の形態、及び後述する第2の実施の形態で扱うインピーダンスは、全て複素数で表されるものとする。

【0045】

これにより、図4（a）に示すスタブ（分岐ケーブル22）の先端を短絡させた場合（短絡線路：インピーダンス $Z_R = 0$ ）における分岐ケーブル22の長さ d に対するインピーダンス Z の特性と、図4（b）に示すスタブ（分岐ケーブル22）の先端を開放させた場合（開放線路：インピーダンス $Z_R = \text{無限大}$ ）における分岐ケーブル22の長さ d に対するインピーダンス Z の特性とを比較してもわかるように、分岐ケーブル22の長さ d が同一でも、スタブ（分岐ケーブル22）の先端を短絡あるいは開放するだけで、T字コネクタ21の分岐端子からスタブ（分岐ケーブル22）の先端を見たインピーダンス Z を変更することができる。

【0046】

なお、図4（a）、（b）に示すように、短絡線路及び開放線路では、電圧定在波の波節の点（短絡線路では $d = 0$ 、 $\lambda/2$ 、 $\lambda \dots$ の点、開放線路では d

$=\lambda/4$ 、 $3\lambda/4$ 、 $5\lambda/4$ の点)では電圧がゼロになるのでインピーダンス Z はゼロとなり、電圧定在波の波腹の点(短絡線路では $d=\lambda/4$ 、 $3\lambda/4$ 、 $5\lambda/4$ の点、開放線路では $d=0$ 、 $\lambda/2$ 、 $\lambda\cdots$ の点)では電流がゼロになるのでインピーダンス Z は無限大となる。

【0047】

従って、スタブのインピーダンス Z と T 字コネクタ 21 の入力端子から電力分配器 10 a 方向(高周波電力給電回路方向)を見た場合のインピーダンスとの合成インピーダンスとなる、給電点 6 h から、電力分配器 10 a 方向(高周波電力給電回路方向)を見た場合のインピーダンスを、スタブ(分岐ケーブル 22)の先端の短絡あるいは開放の処理により変更することができる。

【0048】

また、スタブ(分岐ケーブル 22)の先端を短絡あるいは開放のどちらかに固定した場合でも、分岐ケーブル 22 の長さ d を変更することにより、T 字コネクタ 21 の分岐端子からスタブ(分岐ケーブル 22)の先端を見たインピーダンス Z を変更することができる。従って、同様に給電点 6 h から、電力分配器 10 a 方向(高周波電力給電回路方向)を見た場合のインピーダンスを、分岐ケーブル 22 の長さ d によっても変更することができる。

【0049】

更に、スタブ(分岐ケーブル 22)の先端にコイルやコンデンサ、または抵抗等の受動素子、あるいはこれらの複合回路による負荷を接続し、受動素子の定数変更により負荷のインピーダンス Z_R を変更することでも、T 字コネクタ 21 の分岐端子からスタブ(分岐ケーブル 22)の先端を見たインピーダンス Z を変更することができる。従って、同様に給電点 6 h から、電力分配器 10 a 方向(高周波電力給電回路方向)を見た場合のインピーダンスを、受動素子の定数変更によっても変更することができる。

【0050】

また、スタブに用いる分岐ケーブル 22 自体の特性インピーダンスを同軸ケーブル 8 h の特性インピーダンスとは異なるものとする 것도、T 字コネクタ 21 の分岐端子からスタブ(分岐ケーブル 22)の先端を見たインピーダンス Z を

変更することができる。従って、同様に給電点 6 h から、電力分配器 10 a 方向（高周波電力給電回路方向）を見た場合のインピーダンスを、分岐ケーブル 22 自体の特性インピーダンスによっても変更することができる。

なお、同軸ケーブル 8 h 以外の同軸ケーブル 8 a、8 b、8 g、9 a、9 b、9 g、9 h にも、同様の T 字コネクタ 21 と分岐ケーブル 22 が備えられている。

【0051】

これにより、本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置では、同軸ケーブル 8 a、8 b、8 g、8 h、9 a、9 b、9 g、9 h に設けられたスタブを用いて、同軸ケーブル 8 a、8 b、8 g、8 h、9 a、9 b、9 g、9 h と、対応する給電点 6 a、6 b、6 g、6 h、7 a、7 b、7 g、7 h との間のインピーダンス整合を調整し、給電点 6 a、6 b、6 g、6 h、7 a、7 b、7 g、7 h に給電される高周波電力、すなわちラダー電極 2 を構成する平行な複数本の縦方向電極棒 2 a に給電される高周波電力をそれぞれ調整することで、基板左右部（給電方向と直角の方向の基板端部）の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを均衡させることができる。

【0052】

そのため、プラズマを発生させるためにラダー電極 2 と基板 3 との間に印加される電圧分布を基板 3 全体において均一化させ、均一化された電圧分布により膜厚が均一な基板を製膜することができる。

【0053】

図 5 は、一例として、同軸ケーブル 8 a、8 h、9 a、9 h に分岐ケーブル 22 の先端が開放されたスタブを配置し、分岐ケーブル 22 の長さ d を変更した場合に、図 1 に示す放電電極中央位置 S において給電方向に対し直角の方向に発生する放電電極上の電圧分布のシミュレーション結果を示したグラフである。図 5 に示すように、同軸ケーブル 8 a、8 h、9 a、9 h が接続される給電点 6 a、6 h、7 a、7 h に対応する基板 3 の一方の端から 100～300 [mm] 程度、及び 1300～1500 [mm] 程度の電圧分布を、分岐ケーブル 22 の長さ d により有効に調整可能なことがわかる。

【0054】

また、図6は、一例として、同軸ケーブル8b、8g、9b、9gに分岐ケーブル22の先端が開放されたスタブを配置し、分岐ケーブル22の長さdを変更した場合に、図1に示す放電電極中央位置Sにおいて給電方向に対し直角の方向に発生する放電電極上の電圧分布のシミュレーション結果を示したグラフである。図6に示すように、同軸ケーブル8b、8g、9b、9gが接続される給電点6b、6g、7b、7gに対応する基板3の一方の端から200～400 [mm] 程度、及び1200～1400 [mm] 程度の電圧分布を、分岐ケーブル22の長さdにより有効に調整可能なことがわかる。

【0055】

更に、図7は、一例として、同軸ケーブル8a、8b、8g、8h、9a、9b、9g、9hに分岐ケーブル22の先端が開放されたスタブを配置し、分岐ケーブル22の長さdを変更した場合に、図1に示す放電電極中央位置Sにおいて給電方向に対し直角の方向に発生する放電電極上の電圧分布のシミュレーション結果を示したグラフである。この例では、図5及び図6に示すスタブの効果が合成され、図7に示すように、同軸ケーブル8a、8b、8g、8h、9a、9b、9g、9hが接続される給電点6a、6b、6g、6h、7a、7b、7g、7hに対応する基板3の一方の端から100～400 [mm] 程度、及び1200～1500 [mm] 程度の電圧分布を、分岐ケーブル22の長さdにより有効に調整可能なことがわかる。

【0056】

なお、図5、図6、及び図7に示すシミュレーションの計算条件は、(1) 電子質量: 9.11×10^{-31} [kg]、(2) 高周波電力周波数: 60 [MHz]、(3) ガス圧: 6.66 [Pa]、(4) 電子温度: 3.0 [eV]、(5) 電極-対向電極間距離: 38 [mm]、(6) 電子質量: 1.62×10^{-19} [C]、(7) ラダー導電体半径: 5 [mm]、(8) 電子密度: 5.0×10^{-8} [1/cc]、(9) 誘電率: 8.854×10^{-12} [F/m]、(10) シース長/デバイス長: 2 [倍] とした。また、図5、及び図6において示す「len」は、波長 λ で表された分岐ケーブル22の長さdを、実際の高周波電力の波長 λ に

合わせて数値化した値である。

【0057】

本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置では、図5、図6、及び図7を参照してスタブの条件を求めた結果、同軸ケーブル8a、8b、8g、8h、9a、9b、9g、9hに分岐ケーブル22の先端が開放されたスタブを配置した場合は、同軸ケーブル8a、8h、9a、9hに配置したスタブの分岐ケーブル22の長さdを $d = \lambda / 2$ とし、同軸ケーブル8b、8g、9b、9gに配置したスタブの分岐ケーブル22の長さdを $d = \lambda / 2$ とした時に、最適な状態が得られた。具体的には、高周波電源11a、11bによる同一周波数の高周波電力の位相差を時間的に変化させることで、膜厚の均一化の妨げとなるラダー電極2上の定在波の発生を抑制する方向に十分に調整した効果と合わせて、基板3全体の膜厚の誤差が膜厚自体の±10%程度の値まで改善することができる。

【0058】

なお、上述の実施の形態では、同軸ケーブル8a～8h、及び同軸ケーブル9a～9hの中で、同軸ケーブル8a、8b、8g、8h、9a、9b、9g、9hにスタブを配置する場合を説明したが、スタブを配置する同軸ケーブルの位置及び数は、これら8個のスタブに限らず、同軸ケーブル8a～8h、及び同軸ケーブル9a～9hがこれより多くなった場合も含め、どの同軸ケーブルに配置しても良い。従って、n本（nは正の整数）の同軸ケーブルに対するスタブの配置の組合せは、同軸ケーブルを1本、2本、3本、・・・n本ずつ選択する組合せ数の総計数だけ考えられる。

【0059】

また給電点から電力分配器方向（高周波電力給電回路方向）を見た場合のインピーダンスを変更する手段は、上述のようなスタブに限らず、それぞれの同軸ケーブルと、対応する給電点との間のインピーダンス整合を調整することができるものであれば、どのような手段であっても良い。

【0060】

以上説明したように、本発明の第1の実施の形態のプラズマ化学蒸着装置は、

基板 3 の表面に希望の物質を蒸着させる際に、高周波電源 11 a、11 b による周波数が同一な高周波電力をラダー電極 2 に供給し、高周波電源 11 a、11 b による同一周波数の高周波電力の位相差を時間的に変化させることで、膜厚の均一化の妨げとなるラダー電極 2 上の定在波の発生を抑制し、給電方向の膜厚分布の均一化を促進すると共に、給電方向と直角の方向の膜厚を均一化させるように、高周波電力給電回路からラダー電極 2 へ高周波電力を供給するための複数の同軸ケーブルに配置したスタブにより、同軸ケーブルのそれぞれと、対応するラダー電極 2 の給電点との間のインピーダンス整合を調整することで、ラダー電極 2 のそれぞれの縦方向電極棒 2 a に給電される高周波電力を調整し、基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを均衡させることができる。

【0061】

従って、大面積基板における膜厚の分布特性を改善し、物質が蒸着された基板生産の歩留まりを向上させると共に、生産された基板の品質を向上させることができるという効果が得られる。

特に、P i N 構造を持つ例えばアモルファスシリコン太陽電池等に用いる基板を製膜する際に、p 層、i 層、n 層のいずれも有効に製膜することができ、電池性能を大きく向上させることができる。また、膜厚分布が均一化するため、プロセス中のレーザエッチング工程におけるレーザ切れが大幅に向上すると共に、製品の概観が良くなるという効果も得られる。更に、製膜室内への物質の付着も均一化されるため、セルフクリーニング時のクリーニング時間を短縮し、クリーニング前後における製膜への影響も最小化できるという効果も得られる。

【0062】

(第 2 の実施の形態)

次に、図面を参照して、本発明の第 2 の実施の形態のプラズマ化学蒸着装置について説明する。第 1 の実施の形態のプラズマ化学蒸着装置が、高周波電力給電回路からラダー電極 2 へ高周波電力を供給するための複数の同軸ケーブルに配置したスタブにより、同軸ケーブルのそれぞれと、対応するラダー電極 2 の給電点との間のインピーダンス整合を調整することで、ラダー電極 2 のそれぞれの縦方向電極棒 2 a に給電される高周波電力を調整していたのに対し、第 2 の実施の形

態のプラズマ化学蒸着装置では、同軸ケーブルにスタブは設けず、ラダー電極 2 側のインピーダンスを変更することで、同軸ケーブルのそれぞれと、対応するラダー電極 2 の給電点との間のインピーダンス整合を調整する場合について説明する。

【0063】

従って、以下の説明ではプラズマ化学蒸着装置の製膜室 1 内の構成についての説明し、その他の構成は、上述のように同軸ケーブルにスタブを設けないことを除き、図 1 を用いて説明した第 1 の実施の形態のプラズマ化学蒸着装置と同一であるので、ここでは説明を省略する。図 8 は、本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置の製膜室 1 内の主要部の構成を示す図である。

【0064】

図 8 において、終端コイル 31a、31b は、主に、本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置の 8 つの給電点 6a～6h よりラダー電極 2 の方向を見た場合のインピーダンスを変更するために、基板 3 の基板左右部（給電方向と直角の方向の基板端部）近傍において、ラダー電極 2 を構成する横方向電極棒 2b と接地点（例えば図示しないアース電極）との間に接続されたコイルであって、コイルのインピーダンスとラダー電極 2 のインピーダンスとの合成インピーダンスが、給電点 6a～6h よりラダー電極 2 の方向を見た場合のインピーダンスとなる。

【0065】

同様に、図 8 において、終端コイル 31c、31d は、主に、本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置の 8 つの給電点 7a～7h よりラダー電極 2 の方向を見た場合のインピーダンスを変更するために、基板 3 の基板左右部（給電方向と直角の方向の基板端部）近傍において、ラダー電極 2 を構成する横方向電極棒 2c と接地点（例えば図示しないアース電極）との間に接続されたコイルであって、コイルのインピーダンスとラダー電極 2 のインピーダンスとの合成インピーダンスが、給電点 7a～7h よりラダー電極 2 の方向を見た場合のインピーダンスとなる。

【0066】

これにより、本実施の形態のプラズマ化学蒸着装置では、終端コイル 31a～

31dの定数を変更することにより、同軸ケーブル8a~8h、及び同軸ケーブル9a~9hと、対応する給電点6a~6h、及び給電点7a~7hとの間のインピーダンス整合を調整し、ラダー電極2を構成する平行な複数本の縦方向電極棒2aに給電される高周波電力を調整することで、基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを均衡させることができる。

【0067】

図9は、終端コイル31a~31dの定数Lをパラメータにして、終端コイル31a~31dの挿入位置（図9の中ではコイルを模した記号で示す）と、調整された電圧分布による放電電極中央位置（図8に示す放電電極中央位置S）における製膜速度比率の関係をシミュレーションした結果である。図9に示すように、ラダー電極2上の調整された電圧分布による基板3上の製膜速度を、終端コイル31a~31dの定数により有効に調整可能なことがわかる。

従って、終端コイル31a~31dにより、プラズマを発生させるためにラダー電極2と基板3との間に印加される電圧分布を基板3全体において均一化させ、均一化された電圧分布により膜厚が均一な基板を製膜することができる。

【0068】

なお、上述の実施の形態では、給電点からラダー電極2の方向を見た場合のインピーダンスを変更するために、ラダー電極2と接地点との間に接続された終端コイル31a~31dを用いたが、終端コイル31a~31dの代わりに、コンデンサや抵抗等の受動素子、あるいはコイルを含むこれらの複合回路を接続し、受動素子の定数変更により、給電点からラダー電極2の方向を見た場合のインピーダンスを変更するようにしても良い。更に、インピーダンスを変更するための終端コイル、及びコンデンサや抵抗等の受動素子、あるいはコイルを含むこれらの複合回路の数は、上述のように4個に限らず、いくつあっても良い。

【0069】

また給電点からラダー電極の方向を見た場合のインピーダンスを変更する手段は、上述のような受動素子やその複合回路に限らず、それぞれの同軸ケーブルと、対応する給電点との間のインピーダンス整合を調整することができるものであれば、どのような手段であっても良い。

【0070】

以上説明したように、本発明の第2の実施の形態のプラズマ化学蒸着装置は、基板3の表面に希望の物質を蒸着させる際に、高周波電源11a、11bによる周波数が同一な高周波電力をラダー電極2に供給し、高周波電源11a、11bによる同一周波数の高周波電力の位相差を時間的に変化させることで、膜厚の均一化の妨げとなるラダー電極2上の定在波の発生を抑制し、給電方向の膜厚分布の均一化を促進すると共に、給電方向と直角の方向の膜厚を均一化させるように、ラダー電極2に挿入した終端コイル31a～31dにより、同軸ケーブルのそれぞれと、対応するラダー電極2の給電点との間のインピーダンス整合を調整することで、ラダー電極2のそれぞれの縦方向電極棒2aに給電される高周波電力を調整し、基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを均衡させることができる。

【0071】

従って、第1の実施の形態と同様に、大面積基板における膜厚の分布特性を改善し、物質が蒸着された基板生産の歩留まりを向上させると共に、生産された基板の品質を向上させることができるという効果が得られる。

【0072】

なお、上述の第1、第2の実施の形態では、同軸ケーブルに配置するスタブ（インピーダンス調整手段）によるインピーダンスの調整と、ラダー電極2に挿入する終端コイル（インピーダンス調整手段）によるインピーダンスの調整とを、それぞれ独立に実施する場合を説明したが、両方を同時に実施するようにしても良い。これにより、両者のインピーダンス調整の組合せにより、更に細かい電圧分布の調整が可能となる。

また、上述の第1、第2の実施の形態では、プラズマを発生させることで基板上に物質を蒸着させる場合を説明したが、ラダー電極2に給電する高周波電力を調整することで、発生したプラズマを利用した基板上の物質のエッチング処理を行うこともできる。

【0073】

【発明の効果】

以上の如く、請求項1に記載のプラズマ処理装置によれば、放電電極の配置・構造の違いにより偏差が発生する基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを、電圧分布調整手段を用いて均衡させて、プラズマを発生させるために前記放電電極と前記基板との間に印加される電圧分布を、前記基板全体において均一化させ、基板上の物質を均一に処理することができる。

従って、放電電極上の電圧分布の偏差に起因する局所的な膜厚分布の不均衡を解消して大面積基板における膜厚の分布特性を改善することができるという効果が得られる。

【0074】

請求項2に記載のプラズマ化学蒸着装置によれば、放電電極の配置・構造の違いにより偏差が発生する基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを、電圧分布調整手段を用いて均衡させて、プラズマを発生させるために前記放電電極と前記基板との間に印加される電圧分布を、前記基板全体において均一化させることができる。

従って、放電電極上の電圧分布の偏差に起因する局所的な膜厚分布の不均衡を解消して大面積基板における膜厚の分布特性を改善し、物質が蒸着された基板生産の歩留まりを向上させると共に、生産された基板の品質を向上させることができるという効果が得られる。

【0075】

請求項3に記載のプラズマ化学蒸着装置によれば、インピーダンス変更手段により、高周波ケーブルと放電電極の給電点との間のインピーダンス整合を調整することで、基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを均衡させることができる。

従って、放電電極上の電圧分布の偏差を、インピーダンス整合の調整による放電電極の給電点における電圧調整によって容易に解消して大面積基板における膜厚の分布特性を改善し、物質が蒸着された基板生産の歩留まりを向上させると共に、生産された基板の品質を向上させることができるという効果が得られる。

【0076】

請求項4に記載のプラズマ化学蒸着装置によれば、高周波電力を供給するため

の複数の高周波ケーブルのそれぞれと、対応する放電電極の給電点との間のインピーダンス整合をスタブにより調整することで、容易に基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを均衡させることができる。

従って、スタブを構成する分岐ケーブルを製膜室の外部に設ければ、製膜室内の状態に影響を与えることなく、それぞれの放電電極に給電される高周波電力を調整することができ、更に安定して物質が蒸着された基板生産の歩留まりを向上させると共に、生産された基板の品質を向上させることができるという効果が得られる。

【0077】

請求項5に記載のプラズマ化学蒸着装置によれば、受動素子の定数の選び方で、スタブのインピーダンスを自由に設定することができる。

従って、放電電極上の電圧分布の偏差に合わせてスタブのインピーダンスを容易にかつ細かく設定することで、基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを均衡させ、大面積基板における膜厚の分布特性の精度を向上させることができるという効果が得られる。

【0078】

請求項6に記載のプラズマ化学蒸着装置によれば、分岐ケーブルのケーブル長の選び方で、スタブのインピーダンスを自由に設定することができる。

従って、放電電極上の電圧分布の偏差に合わせて、コストをかけずにスタブのインピーダンスを細かく設定することで、基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを均衡させ、大面積基板における膜厚の分布特性の精度を向上させることができるという効果が得られる。

【0079】

請求項7に記載のプラズマ化学蒸着装置によれば、分岐ケーブル自体の特性インピーダンスの選び方で、スタブのインピーダンスを自由に設定することができる。

従って、請求項5と同様に、コストをかけずにスタブのインピーダンスを細かく設定することで、基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを均衡させ、大面積基板における膜厚の分布特性の精度を向上させることができるという効

果が得られる。

【0080】

請求項8に記載のプラズマ化学蒸着装置によれば、インピーダンス変更手段により、直接放電電極のインピーダンスを変更することで、基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを均衡させることができる。

従って、放電電極上の電圧分布の偏差を、放電電極のインピーダンスの調整による放電電極の電圧調整によって容易に解消して大面積基板における膜厚の分布特性を改善し、物質が蒸着された基板生産の歩留まりを向上させると共に、生産された基板の品質を向上させることができるという効果が得られる。

【0081】

請求項9に記載のプラズマ化学蒸着装置によれば、受動素子の定数の選び方で、放電電極と接地点との間のインピーダンスを自由に設定することができる。

従って、放電電極上の電圧分布の偏差に合わせて放電電極と接地点との間のインピーダンスを容易にかつ細かく設定することで、基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを均衡させ、大面積基板における膜厚の分布特性の精度を向上させることができるという効果が得られる。

【0082】

請求項10に記載のプラズマ処理装置の基板処理方法によれば、プラズマ処理装置において、基板全体において均一化された電圧分布により、膜厚が均一な基板を生成することができる。

従って、放電電極上の電圧分布の偏差に起因する局所的な膜厚分布の不均衡を解消して大面積基板における膜厚の分布特性を改善することができるという効果が得られる。

請求項11に記載のプラズマ化学蒸着装置の製膜方法によれば、大面積基板を製膜する際に、基板全体において均一化された電圧分布により、膜厚が均一な基板を製膜することができる。

従って、物質が蒸着された基板生産の歩留まりを向上させると共に、生産された基板の品質を向上させることができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施の形態のプラズマ化学蒸着装置の主要部を示すブロック図である。

【図 2】 同実施の形態のプラズマ化学蒸着装置の同軸ケーブルに設けられたスタブについて示した図である。

【図 3】 図 2 に示すスタブをモデル化した回路図である。

【図 4】 同実施の形態のプラズマ化学蒸着装置のスタブにおける分岐ケーブルの長さ d に対するインピーダンス Z の特性を示す図である。

【図 5】 同実施の形態のプラズマ化学蒸着装置における分岐ケーブルの長さに対する放電電極上の電圧分布のシミュレーション結果を示したグラフである。

【図 6】 同実施の形態のプラズマ化学蒸着装置における分岐ケーブルの長さに対する放電電極上の電圧分布のシミュレーション結果を示したグラフである。

【図 7】 同実施の形態のプラズマ化学蒸着装置における分岐ケーブルの長さに対する放電電極上の電圧分布のシミュレーション結果を示したグラフである。

【図 8】 本発明の第 2 の実施の形態のプラズマ化学蒸着装置の製膜室内の主要部の構成を示す図である。

【図 9】 同実施の形態のプラズマ化学蒸着装置の終端コイルの位置及び定数に対する基板上の製膜速度のシミュレーション結果を示したグラフである。

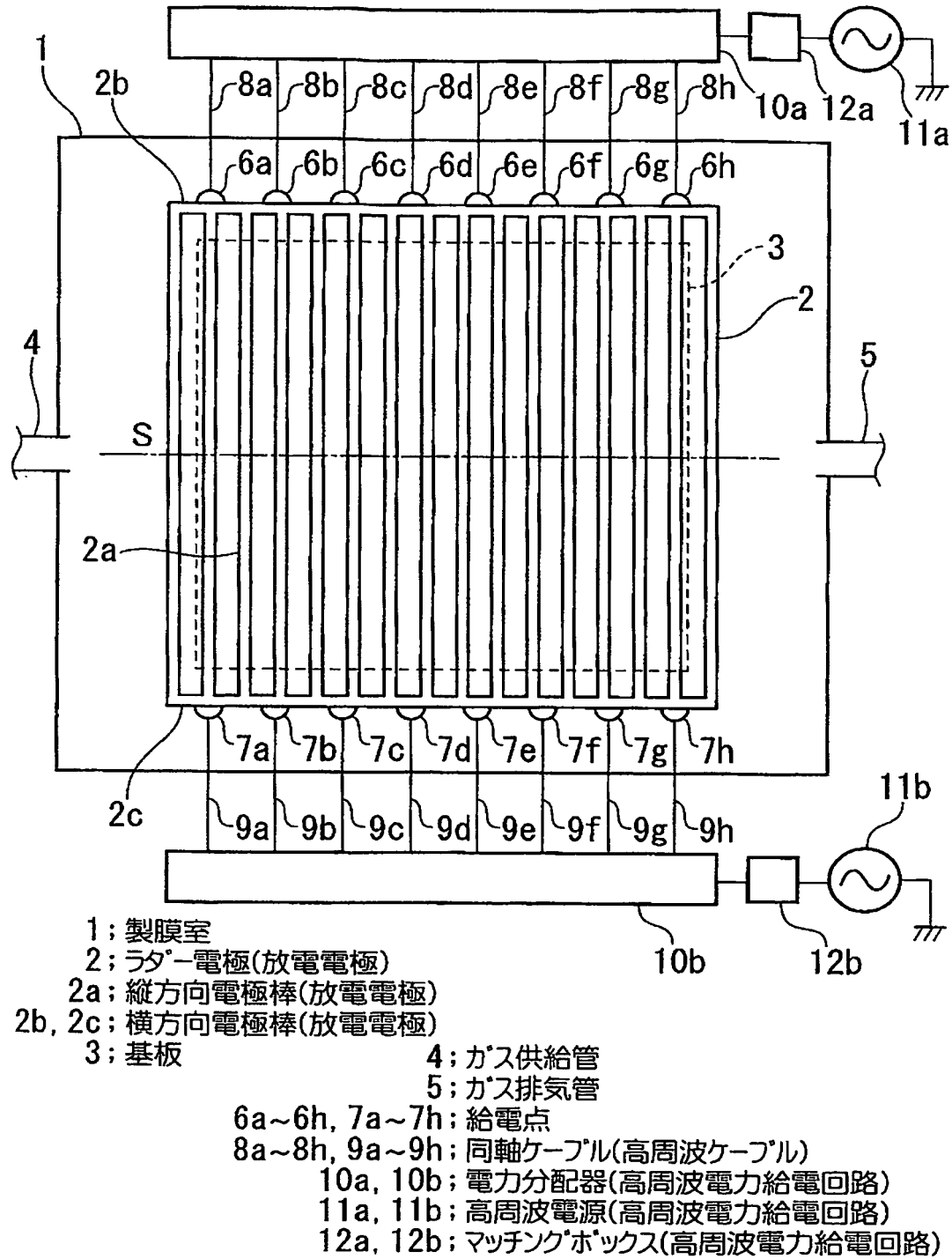
【符号の説明】

- 1 製膜室
- 2 ラダー電極（放電電極）
- 2 a 縦方向電極棒（放電電極）
- 2 b、2 c 横方向電極棒（放電電極）
- 3 基板
- 4 ガス供給管
- 5 ガス排気管
- 6 a ～ 6 h、7 a ～ 7 h 給電点

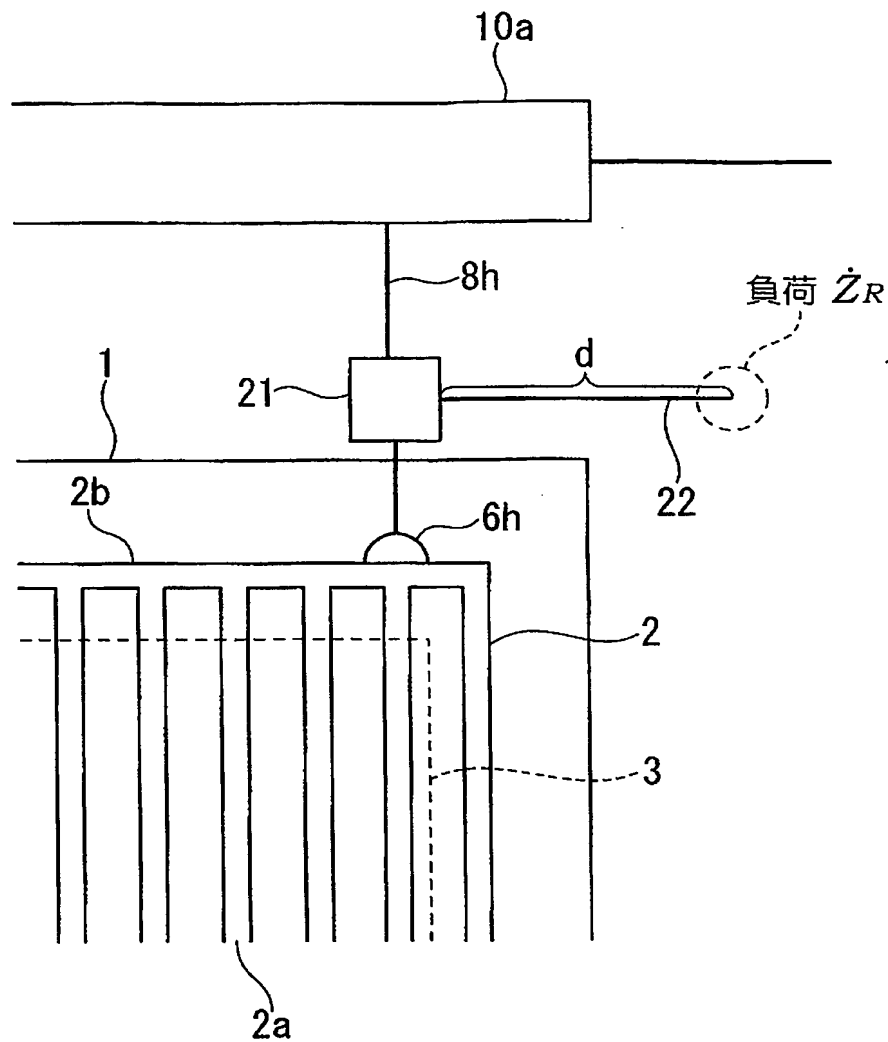
- 8 a ~ 8 h、9 a ~ 9 h 同軸ケーブル (高周波ケーブル)
- 1 0 a、1 0 b 電力分配器 (高周波電力給電回路)
- 1 1 a、1 1 b 高周波電源 (高周波電力給電回路)
- 1 2 a、1 2 b マッチングボックス (高周波電力給電回路)
- 2 1 T字コネクタ
- 2 2 分岐ケーブル
- 3 1 a ~ 3 1 d 終端用コイル (受動素子)

【書類名】 図面

【図 1】

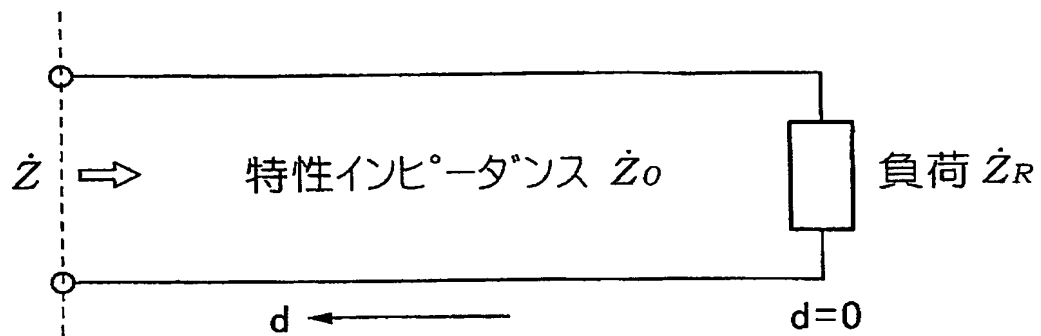


【図2】



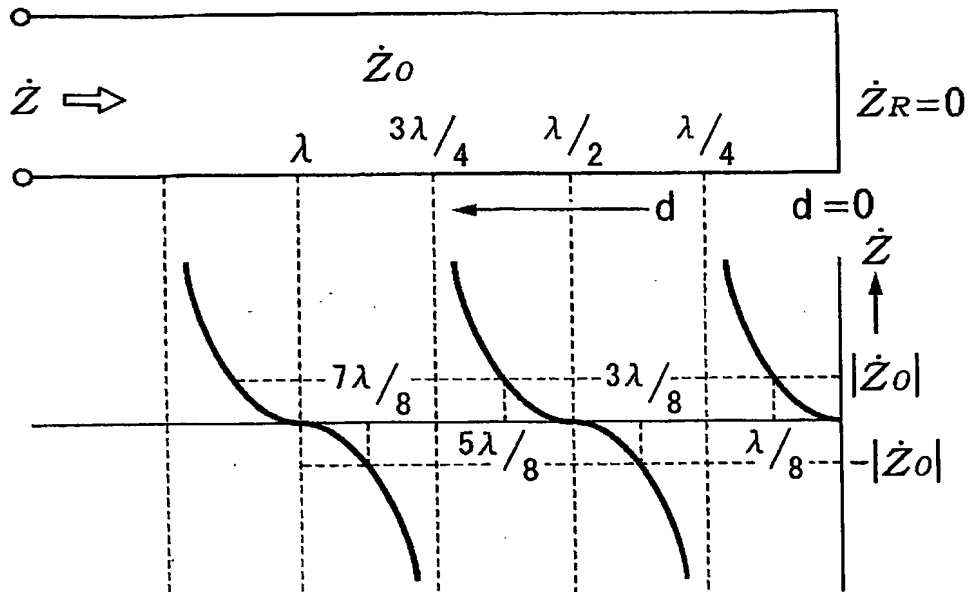
- 1; 製膜室
- 2; グリッド電極(放電電極)
- 2a; 縦方向電極棒(放電電極)
- 2b; 横方向電極棒(放電電極)
- 3; 基板
- 6h; 給電点
- 8h; 同軸ケーブル(高周波ケーブル)
- 10a; 電力分配器(高周波電力給電回路)
- 21; T字コネクタ
- 22; 分岐ケーブル

【図 3】

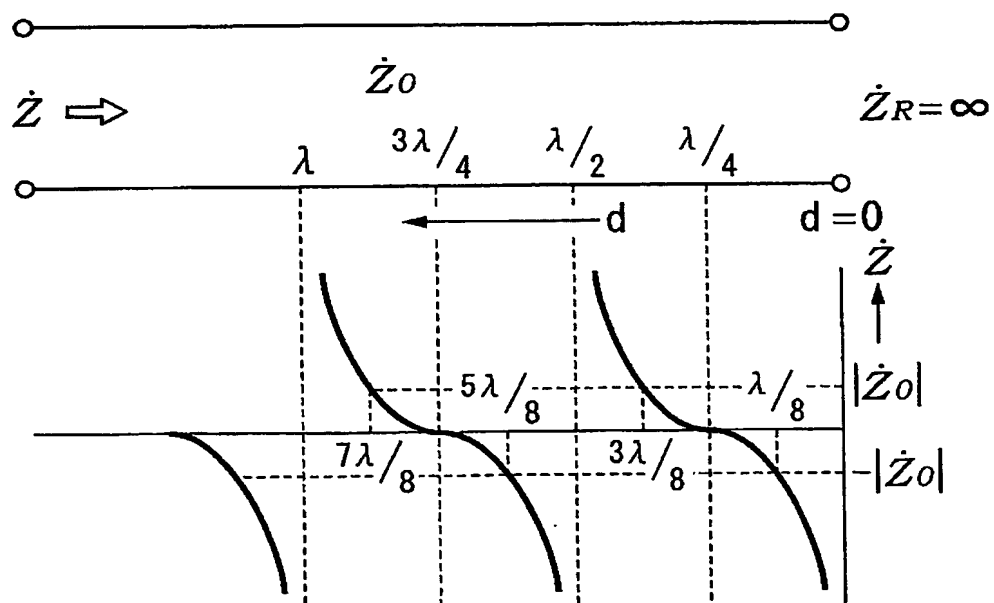


【図 4】

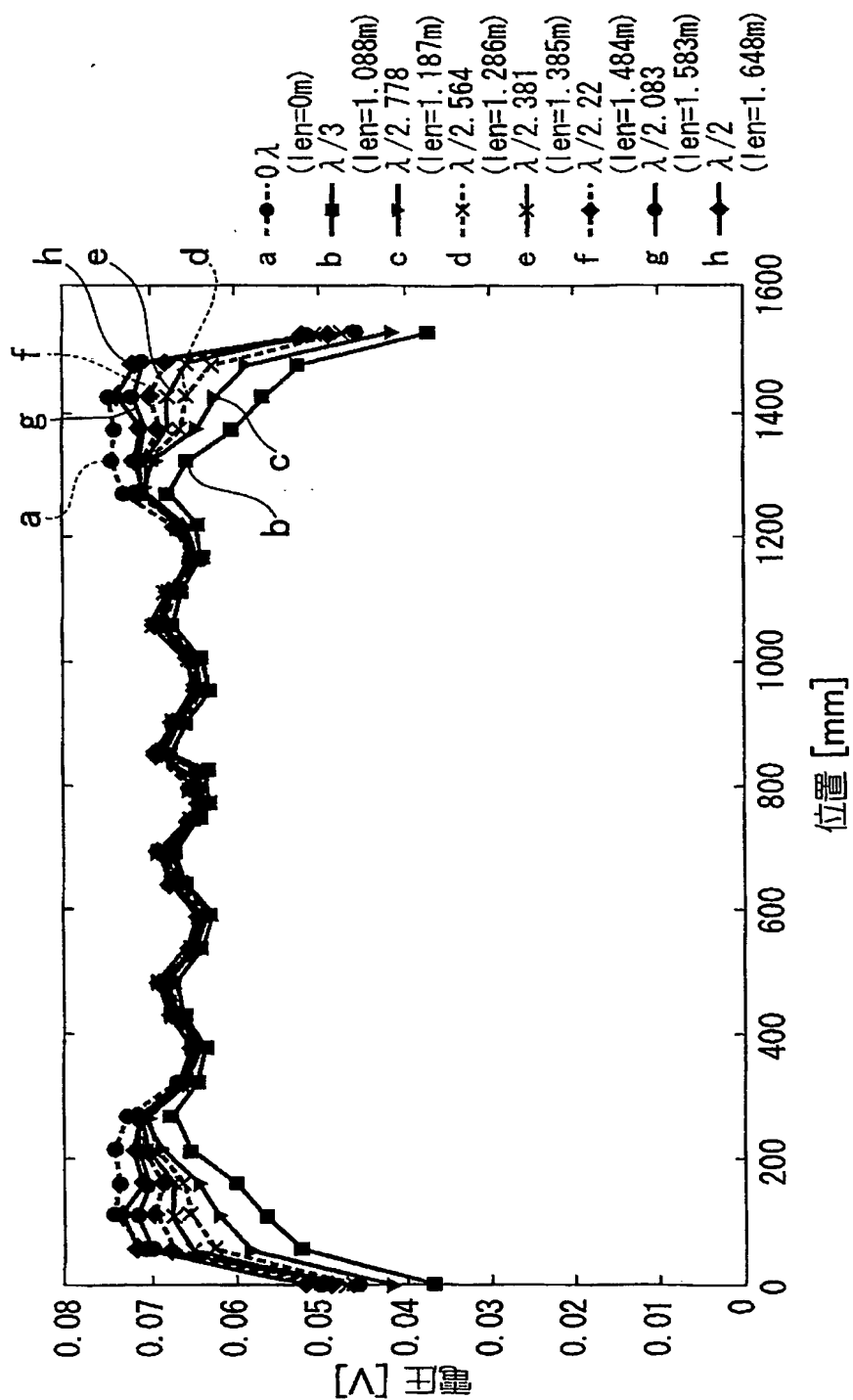
(a)



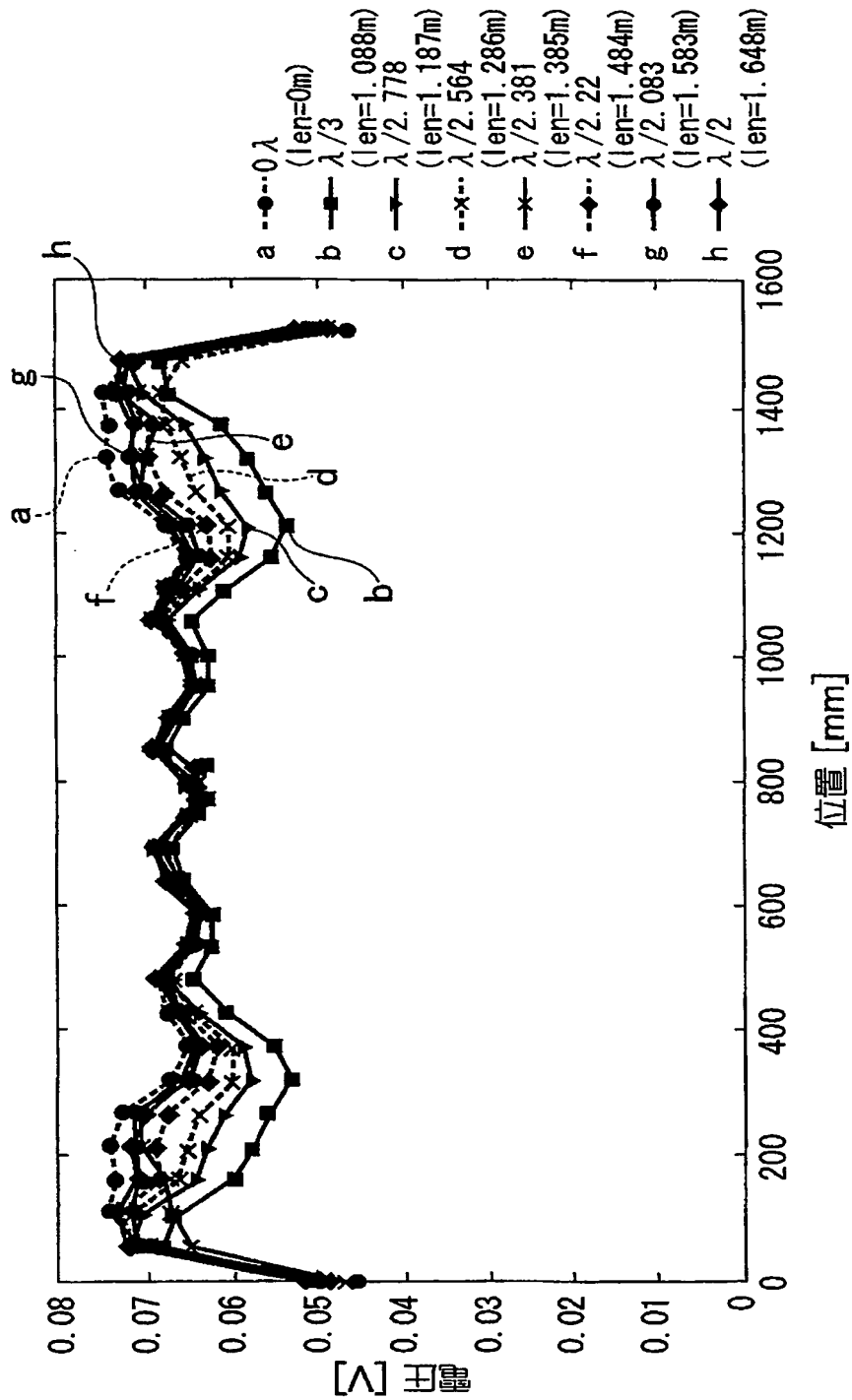
(b)



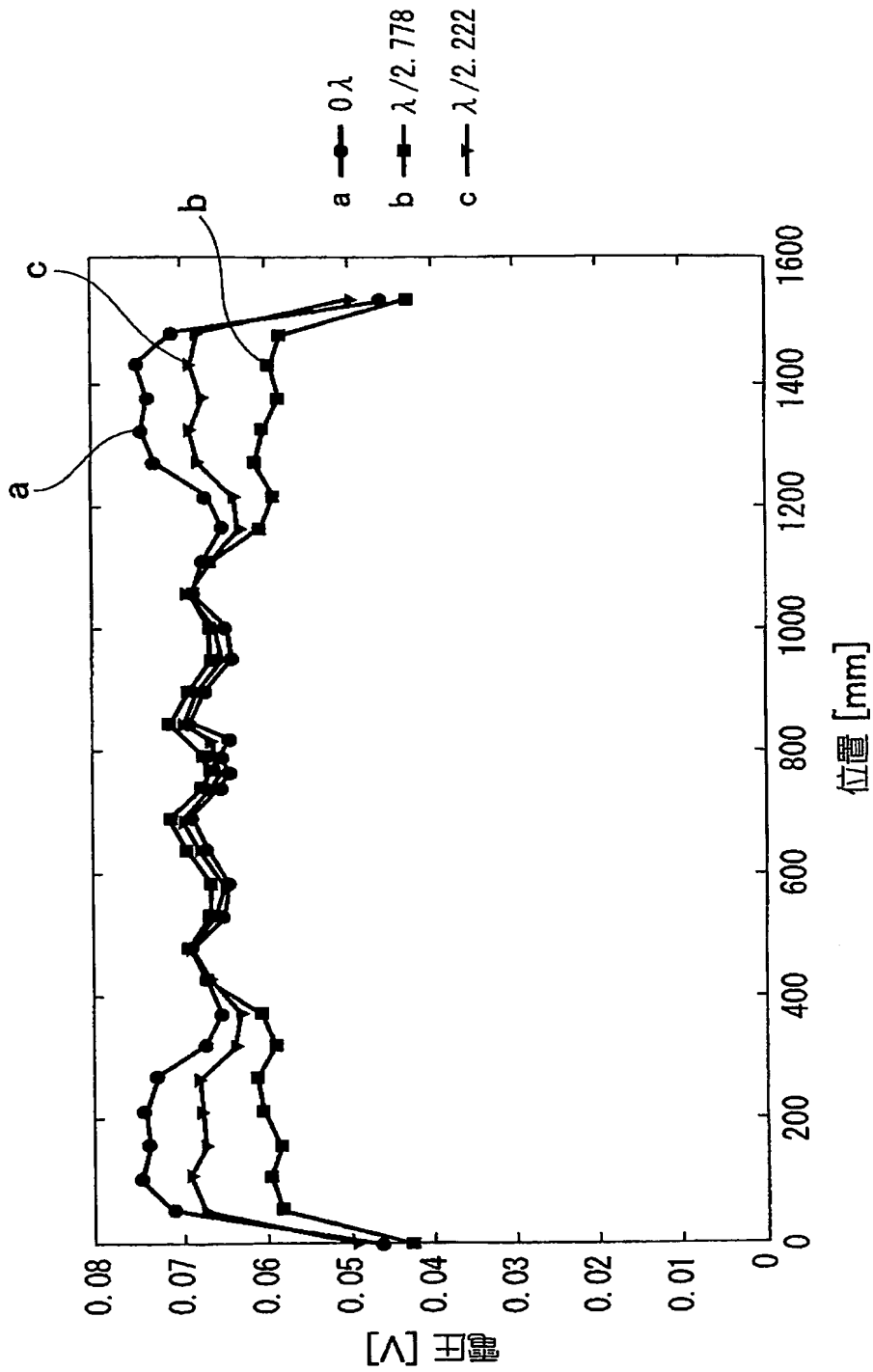
【図 5】



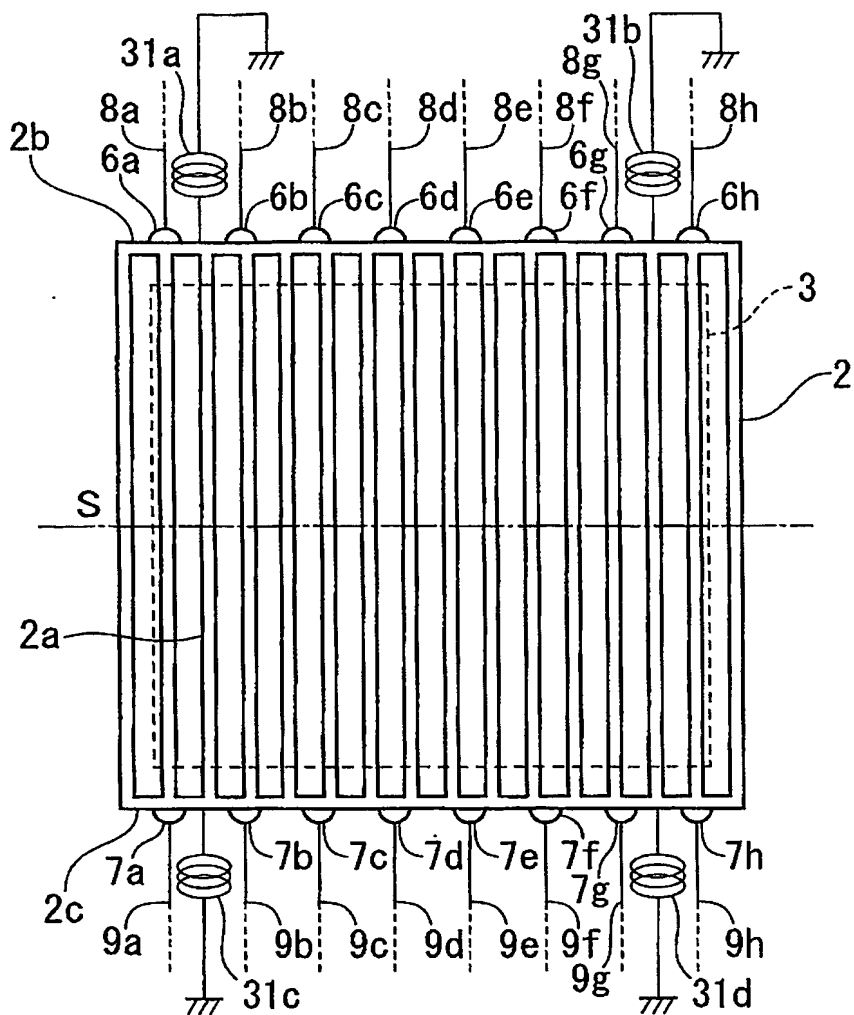
【図 6】



【図 7】

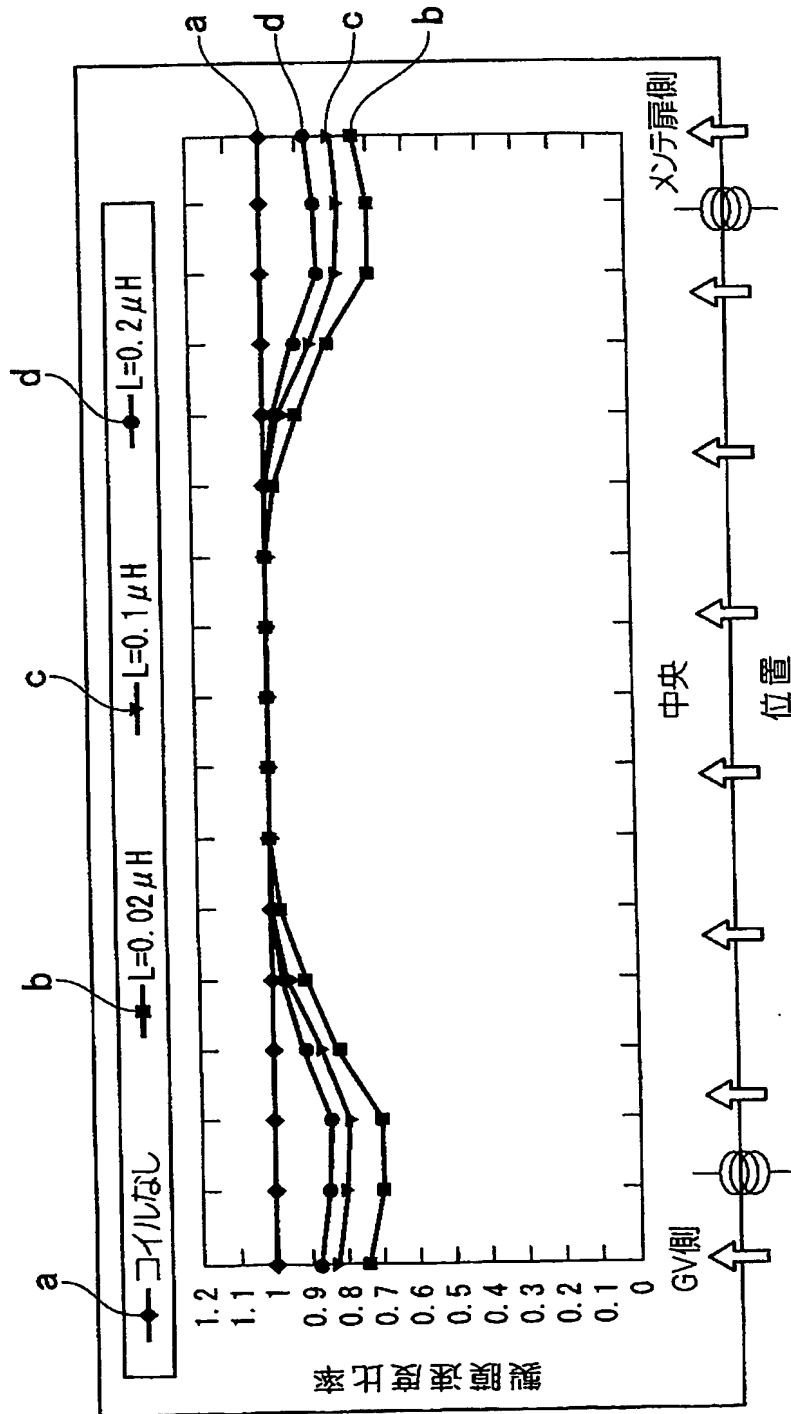



【図 8】



- 1; 製膜室
- 2; ラダー電極(放電電極)
- 2a; 縦方向電極棒(放電電極)
- 2b, 2c; 横方向電極棒(放電電極)
- 3; 基板
- 6a~6h, 7a~7h; 給電点
- 8a~8h, 9a~9h; 同軸ケーブル(高周波ケーブル)
- 31a~31d; 終端用コイル(受動素子)

【図 9】



但し ↑ は給電点位置を示す。
 は終端コイル挿入位置を示す。

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 基板上の物質の膜厚分布を均一化できるプラズマ処理装置とその基板処理方法、及びプラズマ化学蒸着装置とその製膜方法を提供する。

【解決手段】 基板 3 の表面に希望の物質を蒸着させる際に、2 つの電源から周波数が同一で位相差を時間的に変化させた高周波電力をラダー電極 2 に供給し、給電方向の膜厚分布の均一化を促進すると共に、給電方向と直角の方向の膜厚を均一化させるように、ラダー電極 2 へ高周波電力を供給するための同軸ケーブルに配置した分岐ケーブル 2 2 により、同軸ケーブルのそれぞれと対応するラダー電極 2 の給電点との間のインピーダンス整合の調整を行い、ラダー電極 2 のそれぞれの縦方向電極棒 2 a に給電される高周波電力を調整し、基板左右部の電圧分布と基板中央部の電圧分布とを均衡させ、ラダー電極 2 上の電圧分布の偏差に起因する局所的な膜厚分布の不均衡を解消して大面積基板における膜厚の分布特性を改善する。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-288997
受付番号	50201477967
書類名	特許願
担当官	松野 邦昭 2209
作成日	平成14年10月10日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000006208
【住所又は居所】	東京都千代田区丸の内二丁目5番1号
【氏名又は名称】	三菱重工業株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】	100112737
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ ル志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】	藤田 考晴
----------	-------

【代理人】

【識別番号】	100064908
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ ル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】	志賀 正武
----------	-------

【選任した代理人】

【識別番号】	100108578
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ ル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】	高橋 詔男
----------	-------

【選任した代理人】

【識別番号】	100101465
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ ル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】	青山 正和
----------	-------

次頁無

特願 2002-288997

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000006208]

1. 変更年月日 1990年 8月10日
 [変更理由] 新規登録
 住 所 東京都千代田区丸の内二丁目5番1号
 氏 名 三菱重工業株式会社

2. 変更年月日 2003年 5月 6日
 [変更理由] 住所変更
 住 所 東京都港区港南二丁目16番5号
 氏 名 三菱重工業株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.